

ОПТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МИЦЕЛЛ ТРИТОНА X-100 В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

© 2020 г. О. А. Федяева^{а,*}, Е. Г. Пошелюжная^а

^а Омский государственный технический университет, Омск, Россия

*e-mail: kosatine@mail.ru

Поступила в редакцию 24.12.2019 г.

После доработки 17.02.2020 г.

Принята к публикации 10.03.2020 г.

Поляриметрическим методом изучена оптическая активность коллоидных водных растворов неионогенного поверхностно-активного вещества (НПАВ) Тритон X-100. Установлено, что эти растворы вращают плоскость поляризации в правую сторону. Показано, что изменение концентрации НПАВ вызывает структурные превращения мицелл. Выявлено, что переход в сплошную гексагональную мезафазу сопровождается скачкообразным изменением оптического вращения.

Ключевые слова: Тритон X-100, мицеллы, оптическое вращение, оптическая активность

DOI: 10.31857/S0044453720090058

Известно, что коллоидные поверхностно-активные вещества (ПАВ) в мономерной форме ахиральны и обладают низкой молекулярной растворимостью. Однако с увеличением концентрации их молекул в растворе начинают протекать агрегативные процессы, приводящие к образованию предмицеллярных комплексов, обладающих хиральностью. Так, авторы работ [1, 2], изучавшие оптическое вращение водных растворов коллоидных ПАВ разного типа (анионного додецилсульфата натрия, катионного бромиды гексадецилтриметиламмония и неионогенного полиоксиэтилен(4)моно-*n*-додецилового эфира), установили, что в области критической концентрации мицеллообразования (ККМ) оптическая активность данных веществ изменяется через максимум и затем снижается до некоторого почти постоянного уровня. По их мнению, снижение оптической активности соответствует завершению формирования полных сферических мицелл. В то же время авторы отмечали, что исследованное ими неионогенное ПАВ додеканоил-*N*-метилглюкамид оказался оптически не активным, а все оптически активные ПАВ имели положительное (правое) вращение плоскости поляризации.

В данной работе изучена оптическая активность мицеллярных водных растворов неионогенного поверхностно-активного вещества Тритон X-100. Растворы для анализа готовили из коммерческого препарата Triton X-100 фирмы SIGMA-ALDRICH последовательным разбавлением 5.12×10^{-2} моль/л раствора деионизованной водой, полученной на приборе “Водолей”. Кри-

тические концентрации мицеллообразования (ККМ₁ и ККМ₂) определяли кондуктометрическим методом на приборе Мультитест КСЛ. При 22°C они составили соответственно 1.72×10^{-4} и 3.2×10^{-3} моль/л [3]. Измерение угла вращения плоскости поляризации осуществляли с помощью кругового поляриметра СМ-3 при толщине слоя раствора, равной 1 дм, и длине волны света $\lambda = 589$ нм. Чувствительность поляриметра — 0.04°, погрешность в диапазоне от 0° до $\pm 35^\circ$ не более $\pm 0.04^\circ$.

На рис. 1 представлена зависимость оптического вращения растворов от концентрации Тритона X-100. Видно, что для данного НПАВ не соблюдается закон Ж.Б. Био о линейной зависимости угла поворота плоскости поляризации от концентрации оптически активного вещества. Так же, как и авторы [1, 2], отмечаем экстремальное изменение оптической активности растворов в области ККМ. В нашем случае максимум оптического вращения соответствует концентрации НПАВ, равной 4×10^{-4} моль/л. Рост оптической активности свидетельствует о возникновении хиральных домицеллярных комплексов. По мере формирования мицелл их концентрация уменьшается, и оптическое вращение растворов снижается. При концентрации НПАВ 3.2×10^{-3} моль/л раствор становится ахиральным. Дальнейшее увеличение концентрации НПАВ приводит к появлению незначительной оптической активности растворов и затем резкому ее росту. При концентрациях $(1.28-5.12) \times 10^{-2}$ моль/л оптическая ак-

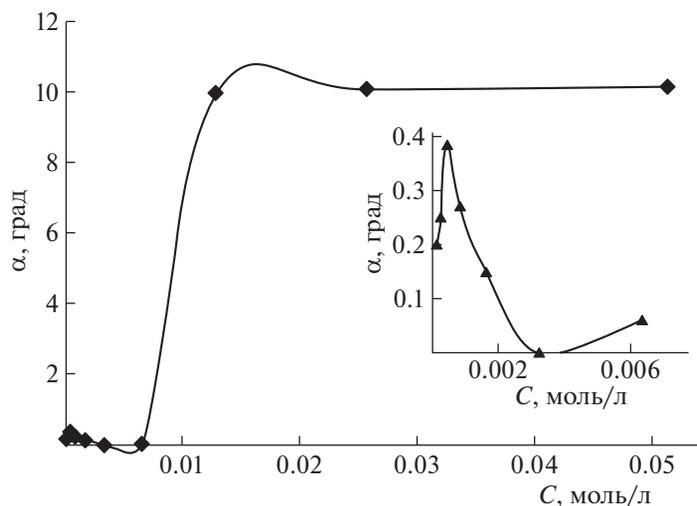


Рис. 1. Зависимость оптического вращения от концентрации Тритона X-100 в растворе при 22°C.

тивность плавно изменяется с увеличением концентрации НПАВ.

Анализируя полученные результаты, можно заключить, что резкие изменения оптического вращения растворов Тритона X-100 с ростом концентрации могут быть обусловлены структурными превращениями его мицелл. Так, при концентрациях НПАВ незначительно превышающих $ККМ_1$, образуются нематические коллоидные системы, состоящие из эллипсоидальных мицелл [4], внутренняя часть которых состоит из переплетающихся углеводородных радикалов, а внешняя часть образована гидратированными полярными группами. При второй критической концентрации $ККМ_2$ формирование полных мицелл заканчивается, и начинает образовываться, вероятнее всего, лиотропная гексагональная жидкокристаллическая мезофаза [5]. В этот момент раствор оптически неактивен. Дальнейший рост концентрации хиральных жидкокристаллических ассоциатов сопровождается незначительным увеличением оптического вращения. И, наконец, резкое увеличение оптической активности можно отнести к формированию сплошной лиотропной гексагональной фазы.

Таким образом, исследованное нами НПАВ вращает плоскость поляризации плоскополяри-

зованного света в правую сторону. Оптическая активность его растворов обусловлена появлением хиральных домицеллярных комплексов, жидкокристаллических ассоциатов и лиотропной гексагональной мезофазы. Так же, как и для других ранее исследованных коллоидных растворов ПАВ (анионного додецилсульфата натрия, катионного бромида гексадецилтриметиламмония и неионогенного полиоксиэтилен(4)моно-*n*-додецилового эфира) оптическая активность растворов Тритона X-100 возникает выше точки Крафта и на концентрационном графике характеризуется выраженным максимумом в районе $ККМ_1$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nekrasov A.G., Rusanov A.I. // Colloid Journal. 2011. V. 73. № 4. P. 506.
2. Rusanov A.I., Nekrasov A.G. // Doklady Phys. Chem. 2010. V. 434. Part 2. P. 166.
3. Fedyaeva O.A., Poshelyuzhnaya E.G. // Russ. J. Phys. Chem. A. 2020. V. 94. № 2. P. 327.
4. Fedyaeva O.A., Poshelyuzhnaya E.G. // Ibid. 2019. V. 93. № 12. P. 2559.
5. Ghos H.N., Sapre A.V., RamaRao K.V.S. // Chem. Phys. Lett. 1996. V. 255. P. 49.